

(19)



(11)

EP 3 584 175 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
25.12.2019 Patentblatt 2019/52

(51) Int Cl.:
B64G 1/10 (2006.01) B64G 1/40 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19180001.0**

(22) Anmeldetag: **13.06.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Gerding, Patrick**
28199 Bremen (DE)
• **Quatmann, Michael**
28199 Bremen (DE)
• **Brünger, Moritz**
28199 Bremen (DE)

(30) Priorität: **15.06.2018 DE 102018114401**

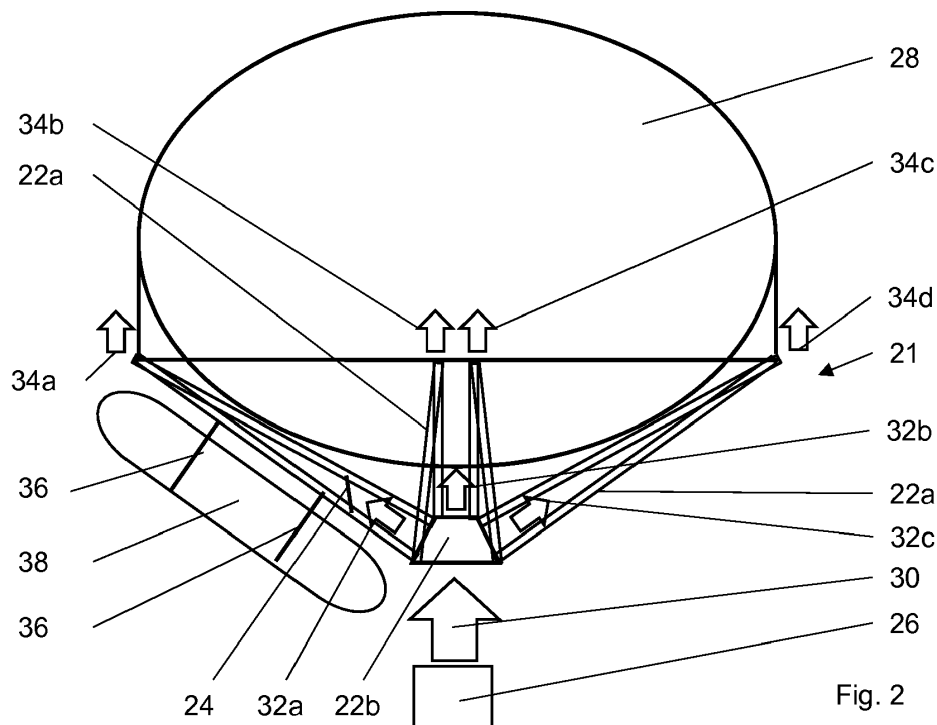
(71) Anmelder: **ArianeGroup GmbH**
82024 Taufkirchen (DE)

(74) Vertreter: **Marschall, Stefan**
Elbpatent
Marschall & Partner PartGmbH
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)

(54) **VERWENDUNG ZUMINDEST EINER SEKUNDÄRSTRUKTUR IN EINEM RAUMFLUGKÖRPER, RAUMFLUGKÖRPER UND VERFAHREN**

(57) Offenbart sind eine Verwendung zumindest einer Sekundärstruktur zumindest teilweise als Primärstruktur in einem Raumflugkörper, ein Raumflugkörper, mit zumindest einer Sekundärstruktur, die primäre Strukturfunktionen einer Primärstruktur zumindest abschnitts-

weise übernimmt, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Raumflugkörpers, sowie eine Computerprogrammprodukt und ein computerlesbares Speichermedium.



EP 3 584 175 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verwendung zumindest einer Sekundärstruktur in einem Raumflugkörper, einen Raumflugkörper, ein Verfahren zur Herstellung eines Raumflugkörpers, ein Computerprogrammprodukt, und ein computerlesbares Speichermedium.

[0002] Bei Raumflugkörpern und auch bei Luftfahrzeugen wird aus konstruktiver Sicht generell zwischen einer Primärstruktur und Sekundärstrukturen unterschieden. Die Primärstruktur übernimmt strukturelle bzw. mechanische Funktionen, im Folgenden auch strukturelle Primärfunktionen genannt, wie die Aufnahme von Hauptlasten und die Halterung der Sekundärstrukturen. Die Sekundärstrukturen werden zur Erfüllung bestimmter Sekundärfunktionen benötigt. Sie sind an der Primärstruktur befestigt und dienen herkömmlicherweise ausschließlich zur Erfüllung der jeweiligen Sekundärfunktion. Beispiele für Sekundärstrukturen sind Versorgungsleitungen wie Tankleitungen. Die Primärstruktur und die Sekundärstrukturen sind vollständig voneinander getrennte Strukturen.

[0003] In jüngster Zeit sind Konzepte entstanden, die vorsehen, zumindest einige Sekundärstrukturen in die Primärstruktur zu integrieren. Dies führt zu zusätzlichen Modifikationen der ursprünglichen Primärstruktur, wie zum Beispiel durch Versteifungen für lokale Lasten, zusätzliche Schnittstellen, sowie zu einem erhöhtem Integrationsaufwand. Ein Beispiel für eine Integration einer Sekundärstruktur in eine Primärstruktur bei einem Luftfahrzeug ist in der Patentanmeldung DE 10 2011 083 553 A1 gezeigt. Ein Beispiel einer Integration einer Sekundärstruktur an eine vorgegebene Primärstruktur bei einem Luft- oder Raumfahrzeug ist in der Patentanmeldung DE 10 2007 044 389 A1 gezeigt.

[0004] In Figur 1 ist ein herkömmlicher Triebwerksträger 1 eines Raumflugkörpers wie einer Trägerrakete gezeigt. Der Triebwerksträger 1 umfasst eine Primärstruktur 2, die ein Triebwerk 4 und einen Tank 6 verbindet. Über die Primärstruktur 2 wird eine Hauptlast, hier ein Triebwerkschub 8, an die Trägerrakete bzw. deren restliche Struktur übertragen (10a, 10b, 10c). Die Primärstruktur 2 ist hierzu eine versteifte Kegelschale, die an einer umlaufenden Schnittstelle, beispielsweise ein Tank-Skirt, mit dem Tank 6 verbunden ist. Zudem dient die Primärstruktur 2 zur Befestigung von Sekundärstrukturen 12. Die Sekundärstrukturen 12 umfassen hier mehrere Fluidleitungen bzw. Triebwerksleitungen zur Treibstoffversorgung des Triebwerks 4. Die Sekundärstrukturen 12 sind außen an der Primärstruktur 2 mittels Halterungen 14 angehängt bzw. befestigt.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, eine alternative Verwendung einer Sekundärstruktur in einem Raumflugkörper und einen Raumflugkörper mit einem reduzierten Gesamtgewicht und einem reduzierten Integrationsaufwand zu schaffen. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Raumflugkörpers bereitzustellen, sowie eine Verwendung ei-

ner Sekundärstruktur in einem Raumflugkörper zu schaffen. Zudem ist es Aufgabe der Erfindung, die Durchführung des Verfahrens effizient und zuverlässig zu gestalten.

[0006] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Verwendung zumindest einer Sekundärstruktur mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, durch einen Raumflugkörper mit den Merkmalen des Patentanspruchs 2, durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 3, durch ein Computerprogrammprodukt mit den Merkmalen des Patentanspruchs 7, und durch ein computerlesbares Speichermedium mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

[0007] Erfindungsgemäß wird zumindest eine Sekundärstruktur in einem Raumflugkörper und dergleichen zumindest abschnittsweise als Primärstruktur verwendet. Ein derartiger Raumflugkörper zeichnet sich durch ein reduziertes Gewicht aus.

[0008] Ein erfindungsgemäßer Raumflugkörper hat zumindest eine Sekundärstruktur, die strukturelle Primärfunktionen einer eigentlichen Primärstruktur übernimmt bzw. erfüllt. Eine herkömmlicherweise die strukturelle Primärfunktionen übernehmende Primärstruktur als separate Struktur ist in diesem Raumflugkörperbereich aufgelöst und in die Sekundärstruktur integriert. Die Sekundärstrukturen sind derart positioniert, orientiert und ausgeführt, dass sie die Hauptlasten an dieser Stelle aufnehmen und weiterleiten. Als Vorteil ergibt sich ein reduziertes Gesamtgewicht, da die Primärstruktur in diesem Raumflugkörperbereich als eigene Struktur aufgelöst ist, da die Sekundärstruktur nicht nur ihre eigentliche Sekundärfunktion übernimmt, sondern ebenfalls die strukturellen Primärfunktionen der Primärstruktur wie Aufnehmen eines Triebwerkschubs und Aufnahmen weiterer Sekundärstrukturen. Die Primärstruktur entfällt somit im Bereich der Sekundärstruktur. Zudem ergibt sich ein reduzierter Integrationsaufwand, da die herkömmliche Befestigung der Sekundärstruktur an der Primärstruktur entfällt. Der erfindungsgemäße Raumflugkörper hat somit eine multifunktionale Sekundärstruktur. Erfindungsgemäß wird die Sekundärstruktur zumindest abschnittsweise als Primärstruktur in Raumfahrzeugen verwendet.

[0009] Beispielsweise können Leitungssysteme, Tanks wie Heliumtanks oder Elektronikboxen dazu eingerichtet sein, einen Triebwerkschub oder sonstige strukturelle Primärlasten zu übertragen. Solarzellen können dazu eingerichtet sein, als Schubpanel in Satelliten zu wirken. Elektronik- und/oder Equipmentboxen können dazu eingerichtet sein, Treibstofftanks miteinander zu verbinden.

[0010] Mit anderen Worten, erfindungsgemäß hat der Raumflugkörper zumindest eine Sekundärstruktur, die primäre Strukturfunktionen einer Primärstruktur zumindest abschnittsweise übernimmt. Sekundäre Raumflugkörperstrukturen wie zum Beispiel Treibstoff-, Spül- und Bedrückungsleitungen, Gastanks, Fluidequipment, Elektronikboxen, Halterungen und Solarzellen werden

gleichzeitig als Primärstruktur wie zum Beispiel Intertankstruktur, Triebwerkträger und Schubpanel benutzt. Das heißt, neben der eigenen Sekundärfunktion wie "Treibstoff leiten" oder "Gas speichern" werden auch mechanische Hauptlasten übertragen wie zum Beispiel Triebwerkslasten oder Befestigungslasten weiterer Sekundärstrukturen. Durch das Einsparen von Halterungen und die Reduktion von lokalen Lasten und/oder das Einsparen der ursprünglichen Primärstruktur wie zum Beispiel eine Kegel- oder Zylinderschale erfolgt eine Masseinsparung im Vergleich zu herkömmlichen Raumflugkörpern. Durch die Reduktion von Schnittstellen und dem Wegfall einzelner Baugruppen kann die Integrationszeit verkürzt werden. Der Integrationsaufwand wird reduziert.

[0011] Als Raumflugkörper werden unter anderem Trägerraketen wie Unterstufen, Oberstufen, Satelliten und Raumsonden, Raumfahrzeuge, Raumschiffe, Raumkapseln und Raumstationen wie die ISS, Tanks, Intertankstrukturen, Nutzlaststrukturen, Nutzlastadapter sowie jeweils deren Teile verstanden. Diese Aufzählung ist beispielhaft und nicht beschränkend.

[0012] Eine beispielhafte Fertigungsmethode zur Umsetzung der erfindungsgemäßen Lösung ist die Verwendung der additiven Fertigung (Additive Manufacturing)

[0013] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Schaffung eines Raumflugkörpers, dessen zumindest eine Sekundärstruktur strukturelle Primärfunktionen übernimmt, sieht die folgenden Schritte vor:

In einem ersten Schritt wird zumindest eine Sekundärstruktur bestimmt, die strukturelle Primärfunktionen übernehmen soll. Hierzu werden Funktionen und Randbedingungen zumindest eines Primärstrukturabschnitts und zumindest der einer Sekundärstruktur erfasst, die die strukturellen Funktionen übernehmen soll. Funktionen der Primärstruktur sind strukturelle Primärfunktionen wie das Aufnehmen und Übertragen von Lasten und die Gewährleistung der strukturellen Integrität. Funktionen der Sekundärstruktur sind Sekundärfunktionen wie der Transport von Fluiden, Anbringung von Equipment und die Übertragung lokaler Lasten. Randbedingungen der Primärstruktur und der Sekundärstruktur sind zum Beispiel Punkte der Lasteinleitung, feste Positionen von Schnittstellen oder andere Randbedingungen, die zur Übernahme der strukturellen Primärfunktionen der Primärstruktur in dem Abschnitt durch die zumindest eine Sekundärstruktur notwendig sind.

[0014] In einem zweiten Schritt werden Primärlastpfade zumindest in dem Primärstrukturabschnitt bestimmt. Es wird bevorzugterweise eine Optimierung durchgeführt, in der ein frei verfügbarer Designraum zwischen den Randbedingungen mit beispielsweise finiten Elementen vernetzt wird. Der Designraum bzw. dessen Volumen kann dann mit Hilfe einer Zielfunktion, zum Beispiel einer Steifigkeitsmaximierung und/oder einer Minimierung der Formänderungsenergie, bei Einhaltung weiterer Randbedingungen wie zum Beispiel einer ausreichenden Festigkeit und Stabilität hinsichtlich der aufge-

brachten strukturellen Lasten in Richtung der Primärlastpfade minimiert werden.

[0015] In einem dritten Schritt wird in Kenntnis der Primärlastpfade die zumindest eine Sekundärstruktur zumindest abschnittsweise in Übereinstimmung oder nahezu in Übereinstimmung mit den Primärlastpfaden gebracht. Die Formulierung "in Übereinstimmung oder nahezu in Übereinstimmung" bedeutet im Folgenden auch "entlang der Primärlastpfade".

[0016] Selbstverständlich kann der erste Schritt auch die Bestimmung bzw. Ermittlung der Primärlastpfade und der zweite Schritt die Bestimmung bzw. Auswahl bzw. Festlegung der zumindest einen Sekundärstruktur umfassen.

[0017] Als Ergebnis wird ein Raumflugkörper geschaffen, der zumindest eine Sekundärstruktur aufweist, die strukturelle Primärfunktionen der Primärstruktur abschnittsweise übernimmt. Die Primärstruktur ist im Bereich der zumindest einen multifunktionalen Sekundärstruktur-Aufnahme von strukturellen Primärfunktionen und Erfüllung eigentlicher Sekundärfunktionen - als eigenständige, einzelne Struktur aufgelöst bzw. als eigenständige, einzelne Struktur nicht vorhanden. Somit zeichnet sich ein derartiger Raumflugkörper durch ein geringeres Gewicht und durch einen geringeren Installationsaufwand als bekannte Raumflugkörper aus.

[0018] Insbesondere ist es aus Gründen der optimalen Erfüllung der Sekundärfunktionen vorteilhaft, wenn eigene Randbedingungen der zumindest einen Sekundärstruktur sowie die jeweiligen strukturellen Primärfunktionen und Sekundärfunktionen bei der Positionierung der zumindest einen Sekundärstruktur entlang den Primärlastpfaden berücksichtigt werden. Dabei kann die Sekundärstruktur unter Einhaltung dieser Funktionen und der eigenen Randbedingungen modifiziert bzw. angepasst werden, um sowohl die strukturelle Primärfunktionen als auch die Sekundärfunktionen bestmöglich zu erfüllen.

[0019] Um eine strukturelle Schwächung des Raumflugkörpers in Abschnitten der Primärlastpfade zu verhindern, entlang derer sich keine Sekundärstruktur erstreckt, kann eine Hilfsstruktur zur Übernahme der strukturellen Primärfunktionen angeordnet werden. Beispiele hierfür sind Bereiche zwischen verschiedenen Sekundärstrukturen. Diese können durch Streben, Verlängerungen, Befestigungen und dergleichen stabilisiert werden.

[0020] Zur konstruktiven bzw. gestalterischen Optimierung des geschaffenen Gesamtsystems, umfassend zumindest eine Sekundärstruktur und/oder Hilfsstruktur, kann das Gesamtsystem dimensioniert werden. Hierfür werden die Lasten (sowohl Primär- als auch Sekundärlasten) in neuen Analysen aufgebracht. Anhand der Ergebnisse wird das Gesamtsystem angepasst, in dem an Stellen, an denen Materialwerte, Verschiebungen oder andere Grenzen überschritten werden, zusätzliches Material vorgesehen wird, beispielsweise in Form von zusätzlichen Versteifungen oder höheren Wandstärken, und beispielsweise an Stellen mit hoher Sicherheit Ma-

terial reduziert wird. Dieser Prozess wird in so vielen Iterationen durchlaufen, bis das Ergebnis optimiert ist.

[0021] Das Verfahren ist vornehmlich computergestützt, kann jedoch auch analytisch ausgeführt werden. Insbesondere wird auch ein Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren durchzuführen, sowie ein computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, beansprucht. Das Computerprogrammprodukt und das computerlesbare Speichermedium ermöglichen eine effiziente und zuverlässige Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0022] Sonstige vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

[0023] Im Folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der anliegenden stark vereinfachten Figuren erläutert. Es zeigen

Figur 1 einen Triebwerksträger eines Raumflugkörpers mit zumindest einer Sekundärstruktur und Primärstruktur gemäß dem Stand der Technik,

Figur 2 einen Triebwerksträger eines erfindungsgemäßen Raumflugkörpers mit einer multifunktionalen Sekundärstruktur, und

Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung des erfindungsgemäßen Raumflugkörpers.

[0024] In Figur 2 ist ein beispielhafter Triebwerksträger 21 eines erfindungsgemäßen Raumflugkörpers gezeigt. Der Triebwerksträger 21 umfasst eine Sekundärstruktur 22a, 22b und eine Hilfsstruktur 24, die ein Triebwerk 26 und einen Tank 28 verbindet. Eine Primärstruktur wie bei dem in Figur 1 illustrierten Stand der Technik ist nicht vorhanden, da diese bzw. deren strukturellen Primärfunktionen erfindungsgemäß die Sekundärstruktur 22a, 22b und hier zusätzlich die Hilfsstruktur 24 übernimmt. Die Sekundärstruktur 22a, 22b ist in Ausrichtung und Positionierung sowie Form und Materialverhalten so ausgelegt, dimensioniert und angepasst, dass sie die strukturellen Primärfunktionen der Primärstruktur des Triebwerksträgers 21 übernimmt.

[0025] Die Sekundärstruktur 22a, 22b besteht aus einer Vielzahl von Fluidleitungen bzw. Triebwerksleitungen 22a und aus einem Fluidverteilssystem 22b zur Treibstoffversorgung des Triebwerks 26. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind zwei Fluidleitungen stellvertretend für alle Fluidleitungen mit dem Bezugszeichen 22a versehen. Die Fluidleitungen 22a erstrecken sich über den Umfang verteilt von dem zentralen Fluidverteilersystem 22b und enden hier auf gleicher vertikaler Höhe des Tanks 28. Die Sekundärstruktur 22a, 22b erfüllt somit neben ihrer eigentlichen Sekundärfunktion "Treibstoff leiten" die strukturelle Primärfunktion "Übertragung von Hauptlasten, die durch das Triebwerk entstehen, an den

Tank und die restliche Struktur der Trägerrakete bzw. Übertragen eines Triebwerksschubs". Zudem wird über die Sekundärstruktur 22a, 22b der zentrale Triebwerksschub 30 in einzelne Lastanteile 32a bis 32c und 34a bis 34d aufgeteilt.

[0026] Die Hilfsstruktur 24 ist hier eine Versteifung in Form von Querverstreben zwischen einzelnen Fluidleitungen 22a im Bereich eines an der Sekundärstruktur 22a, 22b über Halterungen 36 befestigten Heliumtanks 38. Die Sekundärstruktur 22a, 22b übernimmt somit neben der strukturellen Primärfunktion "Übertragen eines Triebwerksschubs" ebenfalls die strukturelle Primärfunktion "Anbringung bzw. Halterung von Equipment".

[0027] Im Folgenden wird ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren anhand von Figur 3 mit Bezugnahme zu den Figuren 1 und 2 erläutert. Das Verfahren ist computergestützt und als solches in ein Computerprogramm(produkt) übertragen. In dem Beispiel handelt es sich um einen Triebwerksträger mit Fluidleitungen.

[0028] In einem ersten Schritt 40 werden Funktionen und Randbedingungen des Triebwerksträgers und der Fluidleitungen bestimmt bzw. erfasst. Wesentliche Funktionen des Triebwerksträgers sind das "Übertragen eines Triebwerksschubs sowie die Anbringung von Sekundärstrukturen und von Equipment". Eine wesentliche Funktion der Fluidleitungen ist der "Transport von flüssigen und gasförmigen Fluiden von einem Tank zu einem Triebwerk". Wie in Figur 1 gezeigt ist herkömmlicherweise zur Erfüllung der Funktionen des Triebwerksträgers eine Primärstruktur 2 vorgesehen. Zur Erfüllung der Funktionen der Fluidleitungen ist herkömmlicherweise eine Sekundärstruktur 12 vorgesehen.

[0029] Erfindungsgemäß wird nun als wesentliche strukturelle Primärfunktion der Primärstruktur die "Übertragung der Hauptlasten, die durch das Triebwerk entstehen, an den Tank und die restliche Struktur der Trägerrakete", erfasst. Als weitere wesentliche strukturelle Primärfunktion wird die "Halterung der Sekundärstruktur und des Equipments" erfasst. Randbedingungen der Primärstruktur 2 sind die Einleitung des Triebwerksschubs 8 am unteren Kardanpunkt, ein Interface bzw. eine Schnittstelle zum Tank 4 nach oben und die geometrische Beschränkung durch einen Tankdom nach oben hat.

[0030] Die Sekundärstruktur 22a, 22b besteht in diesem Fall aus Fluidleitungen (inkl. einem Fluidverteilersystem). Als wesentliche Funktion der Fluidleitungen wird der "Transport von flüssigen und gasförmigen Fluiden zwischen Tank 28 und Triebwerk 26" erfasst. Die Randbedingungen der Sekundärstruktur 12 sind Ein- und Ausgangspunkte, zwischen denen Fluide transportiert werden müssen, Innendurchmesser sowie die Materialkompatibilität mit den jeweiligen Fluiden.

[0031] In einem zweiten Schritt 42 werden Primärlastpfade bestimmt, beispielsweise mit Hilfe eines sogenannten Finite-Elemente-Optimierers wie Altair OptiStruct®. Die Primärlastpfade werden mittels einer computergestützten Gestaltungs- bzw. Topologieoptimie-

rung bzw. einem Gestaltungs- bzw. Topologieoptimierungsprogramm bestimmt.

[0032] Mit Bezug zu Figur 2 wird hierzu ein Volumen zwischen dem Triebwerk 26 und Tank 28, abzüglich eines Raumes für Equipments, dem Tankdom und einem Mindestabstand der Elemente untereinander, zum Beispiel Tank, Triebwerk und Equipments, mit finiten Elementen vernetzt. Nach Aufbringen der im ersten Schritt beispielhaft genannten Randbedingungen und der Triebwerkslasten wie dem Triebwerkschub 30 wird das Netz aus Elementen mit Hilfe einer Zielfunktion reduziert. Die Zielfunktion kann zum Beispiel lauten: Maximierung der Steifigkeit und/oder Minimierung der Formänderungsenergie. Eine Randbedingung kann sein: Das Volumen soll kleiner sein als ein Prozentteil eines Designraums, welcher der Größenordnung des Volumens der Sekundärstruktur entspricht.

[0033] In einem dritten Schritt 44 erfolgt die Positionierung der Sekundärstruktur 22a, 22b und Hilfsstrukturen 24 entlang den Primärlastpfaden.

[0034] Da die meisten Fluidleitungen auf dem Triebwerksträger Fluide zwischen Tanks 28 und Triebwerk 26 transportieren, lassen sich viele Fluidleitungen 22a, (inkl. Fluidverteilersystem 22b) finden, deren Randbedingungen eine Positionierung zwischen Tank 28 und Einleitung des Triebwerkschubs 30 zulassen. Die Fluidleitungen 22a, 22b werden entsprechend der Primärlastpfade positioniert und im Optimierer vernetzt. In einer erneuten Optimierung, die die Fluidleitungen 22a, 22b berücksichtigt, werden die Primärlastpfade bestimmt, an denen zusätzliches Material notwendig ist. Hier werden dem neuen Gesamtsystem, umfassend die Sekundärstruktur 22a, 22b und die Hilfsstruktur 24, konstruktiv zusätzliche Hilfsstrukturen 24 hinzugefügt.

[0035] In einem vierten Schritt 46 werden in finite Elemente Analysen die Primärlasten wie die Triebwerkslasten und Sekundärlasten wie Equipmentlasten auf das in den Schritten 1 bis 3 (40, 42, 44) computergenerierte Modell des Triebwerksträgers aufgebracht. Die Sekundärstruktur 22a, 22b wird dimensioniert. An Stellen, an denen gegebene Grenzen von Material oder Verschiebung überschritten werden, wird beispielsweise die Leitungswandstärke oder die Anzahl oder das Volumen der Stützstrukturen erhöht. An Stellen, an denen hohe Sicherheit herrscht, werden diese beispielsweise hingegen verringert.

[0036] Als Ergebnis wird ein Triebwerksträger 21 ohne eine eigenständige Primärstruktur, dafür aber mit einer multifunktionalen Sekundärstruktur 22a, 22b geschaffen. Die Sekundärstruktur 2a, 22b übernimmt neben ihrer eigentlichen Sekundärfunktion "Treibstoff leiten" die strukturellen Primärfunktionen einer Primärstruktur "Übertragung der Hauptlasten, die durch das Triebwerk 26 entstehen, an den Tank 28 und die restliche Struktur der Trägersrakete, sowie Halterung von Equipment 38".

[0037] Offenbart sind eine Verwendung zumindest einer Sekundärstruktur zumindest teilweise als Primärstruktur in einem Raumflugkörper, ein Raumflugkörper,

mit zumindest einer Sekundärstruktur, die primäre Strukturfunktionen einer Primärstruktur zumindest abschnittsweise übernimmt, ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Raumflugkörpers, sowie eine Computerprogrammprodukt und ein computerlesbares Speichermedium.

Bezugszeichenliste

10 **[0038]**

- 1 Triebwerksträger
- 2 Primärstruktur
- 4 Triebwerk
- 6 Tank
- 8 Triebwerkschub
- 10a, b, c Schublast
- 12 Sekundärstruktur (hier: Fluidleitungen)
- 14 Halterung
- 20 21 Triebwerksträger
- 22a, 22b Sekundärstruktur (hier: Fluidleitungen und Fluidverteilersystem)
- 24 Hilfsstruktur (Hier: Versteifungen)
- 26 Triebwerk
- 25 28 Tank
- 30 Triebwerkschub
- 32a, b, c Lastanteil
- 34a bis d Lastanteil
- 36 Halterung
- 30 38 Heliumtank (hier beispielhaft Equipment, kann auch eine strukturelle Primärfunktionen übernehmende Sekundärstruktur sein)
- 40 erster Schritt (Erfassen der Funktionen und Randbedingungen)
- 35 42 zweiter Schritt (Bestimmung der Primärlastpfade)
- 44 dritter Schritt (Positionierung der Sekundärstrukturen und Hilfsstrukturen)
- 46 vierter Schritt (Dimensionierung)

Patentansprüche

1. Verwendung zumindest einer Sekundärstruktur in einem Raumflugkörper zumindest abschnittsweise als Primärstruktur.
2. Raumflugkörper, mit zumindest einer Sekundärstruktur (22a, 22b), die strukturelle Primärfunktionen übernimmt.
3. Verfahren zur Herstellung eines Raumflugkörpers, dessen zumindest eine Sekundärstruktur (22a, 22b) strukturelle Primärfunktionen übernimmt, mit den Schritten:

- Bestimmen von zumindest einen Sekundärstruktur (22a, 22b), die strukturellen Primärfunktionen übernehmen soll,

- Bestimmen von Primärlastpfaden, und
 - Positionieren der zumindest einen Sekundärstruktur (22a, 22b) zumindest abschnittsweise in Übereinstimmung oder nahezu in Übereinstimmung mit den Primärlastpfaden. 5
4. Verfahren nach Patentanspruch 3, wobei bei der Positionierung der zumindest einen Sekundärstruktur (22a, 22b) Randbedingungen und/oder Sekundärfunktionen der Sekundärstruktur (22a, 22b) berücksichtigt werden. 10
5. Verfahren nach Patentanspruch 3 oder 4, wobei bei Primärlastpfaden, entlang derer sich keine Sekundärstruktur (22a, 22b) erstreckt, eine Hilfsstruktur (24) zur Übernahme von strukturellen Primärfunktionen angeordnet wird. 15
6. Verfahren nach Patentanspruch 3, 4 oder 5, wobei die Sekundärstruktur (22a, 22b) und/oder die Hilfsstruktur (24) optimiert werden. 20
7. Computerprogrammprodukt, umfassend Befehle, die bei der Ausführung des Programms durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Patentansprüche 3 bis 6 durchzuführen. 25
8. Computerlesbares Speichermedium, umfassend Befehle, die bei der Ausführung durch einen Computer diesen veranlassen, das Verfahren nach einem der Patentansprüche 3 bis 6 durchzuführen. 30

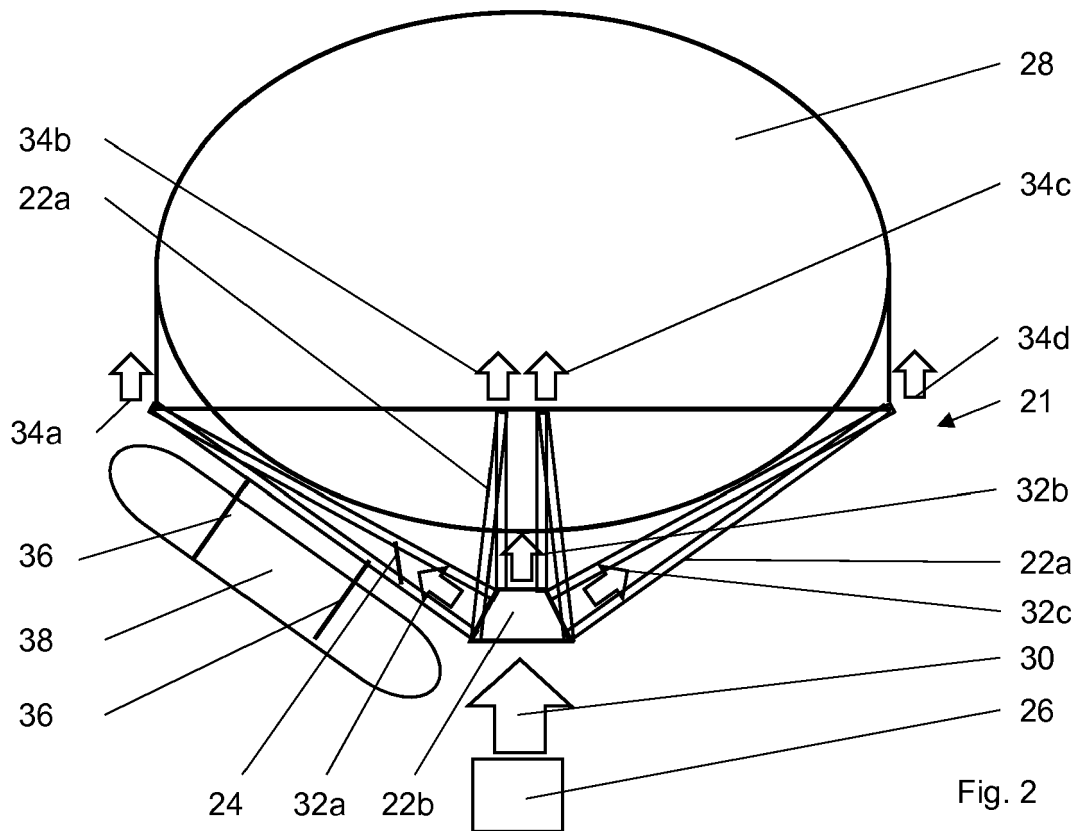
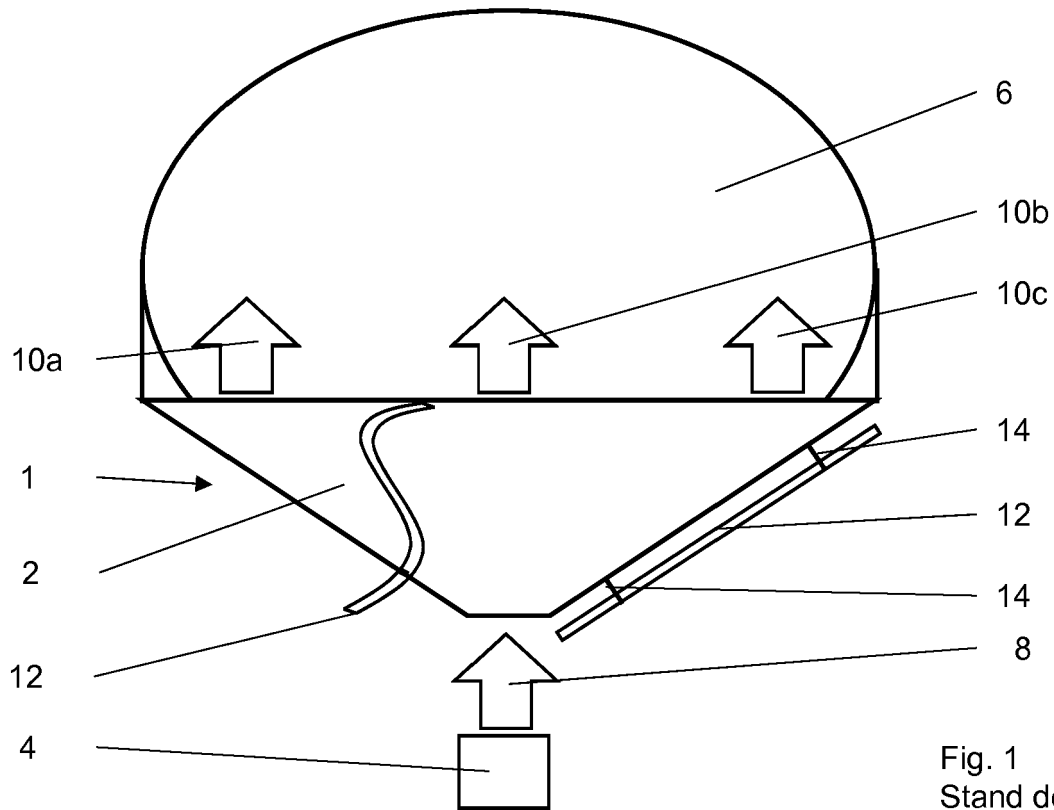
35

40

45

50

55



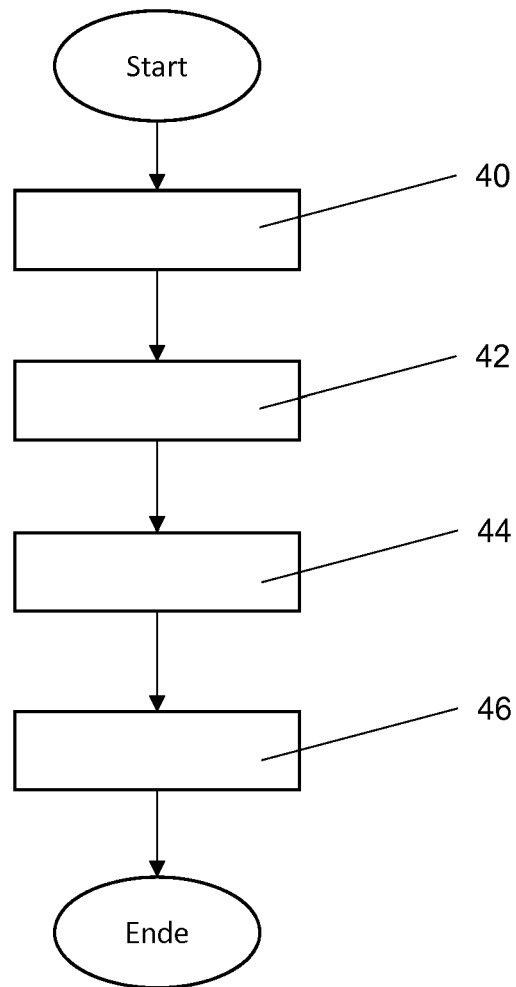


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 18 0001

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2007 044389 A1 (AIRBUS GMBH [DE]) 2. April 2009 (2009-04-02) * Absätze [0001], [0007], [0008] * * Absatz [0035] * * Absätze [0041] - [0043] * * Absatz [0054] * * Abbildungen *	1-8	INV. B64G1/10 B64G1/40
X	WO 2015/031699 A2 (MOON EXPRESS INC [US]) 5. März 2015 (2015-03-05) * Seite 2, letzter Absatz - Seite 3, Absatz 2 * * Seite 5, Absatz 2 - Seite 7, Absatz 1 * * Seite 8, letzter Absatz - Seite 9, Absatz 1 * * Seite 14, Absatz 2 * * Abbildungen *	1-8	
X	US 4 986 495 A (STROMATH DAVID K [US] ET AL) 22. Januar 1991 (1991-01-22) * Spalte 1, Zeilen 5-10 * * Spalte 3, Zeile 18 - Spalte 4, Zeile 55 * * Spalte 5, Zeilen 1-29 * * Abbildungen *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B64G B64C
X,D	DE 10 2011 083553 A1 (AIRBUS OPERATIONS GMBH [DE]) 28. März 2013 (2013-03-28) * Absätze [0001] - [0003] * * Absätze [0039] - [0041] * * Absätze [0049] - [0053] * * Abbildungen *	1-8	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 23. Oktober 2019	Prüfer Weber, Carlos
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 18 0001

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

23-10-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
15	DE 102007044389 A1	02-04-2009	BR PI0816899 A2	16-05-2017
			CA 2699643 A1	26-03-2009
			CN 101932503 A	29-12-2010
			DE 102007044389 A1	02-04-2009
			EP 2200898 A1	30-06-2010
			JP 2010538890 A	16-12-2010
			RU 2010108428 A	20-09-2011
20			US 2013187001 A1	25-07-2013
			WO 2009037006 A1	26-03-2009
	-----	-----	-----	-----
	WO 2015031699 A2	05-03-2015	US 2015151855 A1	04-06-2015
			WO 2015031699 A2	05-03-2015
	-----	-----	-----	-----
25	US 4986495 A	22-01-1991	KEINE	
	-----	-----	-----	-----
	DE 102011083553 A1	28-03-2013	DE 102011083553 A1	28-03-2013
			EP 2574542 A2	03-04-2013
			US 2013099056 A1	25-04-2013
30	-----	-----	-----	-----
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102011083553 A1 [0003]
- DE 102007044389 A1 [0003]